

Laser machining apparatus

Publication number: DE10296639T

Publication date: 2004-04-29

Inventor: IJIMA KENICHI (JP); KUROIWA TADASHI (JP)

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)

Classification:

- international: **B23K26/06; B23K26/067; B23K26/38; B23K26/00; B23K26/06**; (IPC1-7): B23K26/067

- european: B23K26/06A; B23K26/067; B23K26/38B

Application number: DE20021096639T 20020328

Priority number(s): WO2002JP03088 20020328

Also published as:



WO03082510 (A1)

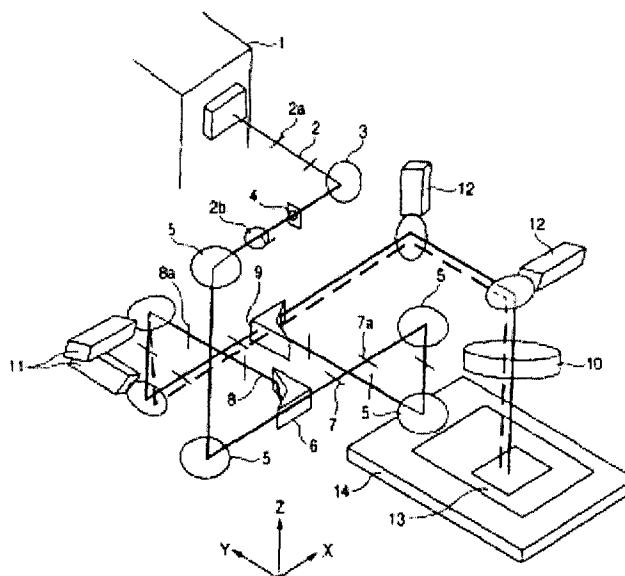
US2004104208 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10296639T

Abstract of corresponding document: **US2004104208**

In a laser machining apparatus in which one laser beam is split into two laser beams by first polarizing means, one of the laser beams propagates by way of a mirror, another laser beam is scanned in two axial directions by a first galvanoscanner, and the two laser beams are guided to second polarizing means and then scanned by a second galvanoscanner to process a workpiece, an optical path is configured so that the laser beam which is transmitted through the first polarizing means is reflected by the second polarizing means, and the laser beam which is reflected by the first polarizing means is transmitted through the second polarizing means.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 96 639 T5** 2004.04.29

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 30/82510**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 96 639.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/03088**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.03.2002**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.10.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B23K 26/067**

(71) Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

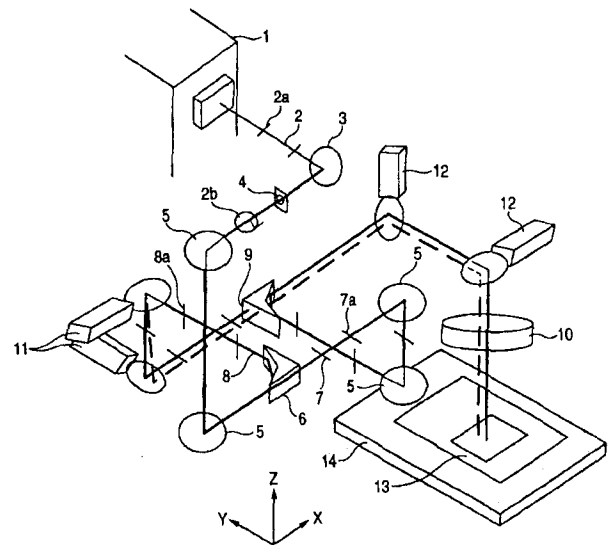
(74) Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

(72) Erfinder:
**Ijima, Kenichi, Tokio/Tokyo, JP; Kuroiwa, Tadashi,
Tokio/Tokyo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Laserbearbeitungsgerät**

(57) Hauptanspruch: Laserbearbeitungsgerät, bei dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch eine erste Polarisierungsvorrichtung aufgeteilt wird, einer der Laserstrahlen sich mittels eines Spiegels ausbreitet, ein anderer Laserstrahl entlang zweier Axialrichtungen durch einen ersten Galvanoscanner gescannt wird, und die zwei Laserstrahlen zu einer zweiten Polarisierungsvorrichtung geführt und dann durch einen zweiten Galvanoscanner zum Bearbeiten eines Werkstücks gescannt werden, wobei ein optischer Pfad so konfiguriert ist, dass der über die erste Polarisierungsvorrichtung übertragene Laserstrahl durch die zweite Polarisierungsvorrichtung reflektiert ist, und der durch die erste Polarisierungsvorrichtung reflektierte Laserstrahl über die zweite Polarisierungsvorrichtung übertragen wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Laserbearbeitungsgerät mit der primären Absicht zum Ausführen eines Bohrprozesses an einem Werkstück wie einer gedruckten Leiterplatte, sowie der Verbesserung der Produktivität bei einem derartigen Prozess.

Technischer Hintergrund

[0002] Die **Fig. 6** zeigt ein schematisches Diagramm eines üblichen Laserbearbeitungsgeräts für einen Bohrprozess bei einem üblichen Stand der Technik.

[0003] In der Figur bezeichnet **31** ein Werkstück für eine gedruckte Leiterplatte, **32** bezeichnet einen Laserstrahl, der zum Ausführen eines Prozesses zum Bilden eines Lochs verwendet wird, beispielsweise einer Durchkontaktierung oder eines Durchgangslochs in einem Werkstück **31**, **33** bezeichnet einen Laseroszillator zum Erzeugen des Laserstrahls **32**, **34** bezeichnet eine Vielzahl von Spiegeln zum Reflektieren des Laserstrahls **32** zum Führen des Strahls entlang einem optischen Pfad, **35** und **36** bezeichnen Galvano-Scanner zum Scannen des Laserstrahls **32**, **37** bezeichnet eine f θ Linse zum Konvergieren des Laserstrahls **32** auf dem Werkstück **31**, und **38** bezeichnet eine XY Stufe zum Bewegen des Werkstücks **31**.

[0004] Bei dem üblichen Laserbearbeitungsgerät für einen Bohrprozess wird der Laserstrahl **32**, der von dem Laseroszillator **33** oszilliert wird, zu den Galvanoscannern **35**, **36** über eine erforderliche Maske und die Spiegel **34** geführt. Der Laserstrahl **32** wird bei einer vorgegebenen Position des Werkstücks **31** über die f θ Linse **37** konvergiert, durch Steuern der Schwenkwinkel der Galvanoscanner **35**, **36**.

[0005] Der Schwenkwinkel der Galvanoscanner **35**, **36** über die f θ Linse **37** ist beispielsweise beschränkt auf ein 50 mm Quadrat. Im Rahmen der Steuerung der Konvergenz des Laserstrahls **32** auf eine vorgegebene Position des Werkstücks **31** wird demnach ebenso die XY Stufe **38** so gesteuert, dass sich das Werkstück **31** in einem größeren Bereich verarbeiten lässt.

[0006] Üblicherweise steht die Produktivität eines Laserbearbeitungsgeräts in engem Zusammenhang mit den Antriebsgeschwindigkeiten der Galvanoscanner **35**, **36** und des Prozessbereichs der f θ Linsen **37**.

[0007] Eine Konfiguration mit verringertem Schwenkwinkel eines Galvanoscanners unter Beibehaltung des Prozessbereichs lässt sich ausführen, indem eine Änderung bei dem optischen Entwurf ausgeführt wird, beispielsweise einer Änderung der Positionsbeziehung zwischen einer f θ Linse und dem Galvanoscanner. Jedoch betrifft dies eine Änderung

der Spezifikation der f θ Linse, was die längste Zeit beim Entwurf erfordert, und was sehr teuer ist, und ebenso derjenigen des Entwurfs des gesamten optischen Systems. Im Ergebnis ist es schwierig, wirtschaftlich und einfach die Produktivität eines einzigen Strahlsystems zu verbessern.

[0008] Als ein Laserbearbeitungsgerät mit der Absicht zum Verbessern der Produktivität des oben erwähnten Systems ist beispielsweise eines in JP-A-11-314188 offenbart.

[0009] Die **Fig. 7** zeigt ein schematisches Diagramm eines in JP-A-11-314188 gezeigten Laserbearbeitungsgeräts.

[0010] In der Figur bezeichnet **39** ein Werkstück, **40** bezeichnet eine Maske, **41** bezeichnet einen Halbspiegel zum Splitten eines Laserstrahls, **42** bezeichnet einen dichroitischen Spiegel, **43a** bezeichnet einen Laserstrahl, der durch den Halbspiegel reflektiert wird, **43b** bezeichnet einen Laserstrahl, der durch den Halbspiegel übertragen wird und dann durch den dichroitischen Spiegel reflektiert wird, **44** und **45** bezeichnen Spiegel, **46** bezeichnet eine f θ Linse zum Konvergieren der Laserstrahlen, **43a**, **43b** auf dem Werkstück **39**, **47** und **48** bezeichnen Galvanoscanner zum Führen des Laserstrahls **43a** zu dem Prozessbereich A1, **49** und **50** bezeichnen Galvanoscanner zum Führen des Laserstrahls **43b** zu einem Prozessbereich A2, und **51** bezeichnet eine XY Stufe zum Bewegen der Positionen des Werkstücks zu dem Prozessbereich A1 oder A2.

[0011] Bei dem in **Fig. 7** gezeigten Laserbearbeitungsgerät wird der durch die Maske **40** übertragene Laserstrahl in mehrere Strahlen mittels dem Halbspiegel **41** aufgeteilt, und die aufgeteilten Laserstrahlen **43a**, **43c** werden zu mehreren Galvanoscannersystemen geführt, die jeweils an der Einfallsseite der f θ Linse **46** platziert sind, und durch die vielen Galvanoscannersysteme gescannt, wodurch ein Auftreffen der in aufgespaltener Weise festgelegten Strahlen auf die Prozessbereiche A1, A2 erlaubt wird.

[0012] Der geteilte Laserstrahl **43a** wird auf ein Halbgebiet der f θ Linse **46** mittels dem ersten Galvanoscannersystem **47**, **48** geführt.

[0013] Der andere geteilte Laserstrahl **43b** wird auf das andere Halbgebiet der f θ Linse **46** mittels dem zweiten Galvanoscannersystem **49**, **50** geführt, und das erste und zweite Galvanoscannersystem wird symmetrisch im Hinblick auf die Mittenachse der f θ Linse **46** platziert, wodurch die zwei Hälften der f θ Linse **46** gleichzeitig zum Verbessern der Produktivität verwendet werden.

[0014] Jedoch hat die in JP-A-11-314188 offenbarte Maschine eine Konfiguration, bei der die mehreren Laserstrahlen, die mittels dem Halbspiegel **41** aufgeteilt wurden, jeweils durch das erste Galvanoscanner **47**, **48** und das zweite Galvanoscanner **49**, **50** gescannt, und sie treffen auf die Prozessbereiche A1, A2 auf, die in geteilter Weise festgelegt sind. Demnach tritt bei den Laserstrahlen **43a**, **43b**, die durch den Halbspiegel **41** aufgeteilt sind, demnach einfach

eine Streuung der Laserstrahlqualität aufgrund einer Differenz zwischen der Reflexion durch und einer Übertragung über den Halbspiegel **41**. In dem Fall, in dem sich als Ergebnis der Strahlaufteilung die Energien voneinander unterscheiden, sind weitere teure optische Komponenten zum Ausgleichen bzw. Entzerren der Energien erforderlich.

[0015] Die in **Fig. 7** gezeigte Konfiguration des optischen Pfads führt zu einem weiteren Problem dahingehend, dass sich die optischen Pfadlängen, die sich ausgehend von dem Passieren der Maske **40** der geteilten Laserstrahlen **43a**, **43b** zu dem Auffallen auf das Werkstück **39** erstrecken, voneinander unterscheiden, und ebenso unterscheiden sich die genauen Durchmesser der Strahlbildpunkte bzw. Spots auf dem Werkstück **39** voneinander.

[0016] Die f0 Linse **46** ist ebenso aufgeteilt, und die Prozessbereiche A1, A2, die in geteilter Weise festgelegt sind, werden gleichzeitig verarbeitet. In einem Fall wie demjenigen, wo Löcher jeweils in den Prozessbereichen A1, A2 zu bilden sind und sich im Hinblick auf die Zahl voneinander in großem Umfang unterscheiden, oder wie einer der Prozessbereiche A1, A2 beispielsweise ein Endabschnitt des Werkstücks ist und kein zu bildendes Loch in dem Prozessbereich existiert, wird demnach eine Verbesserung der Produktivität nicht erwartet.

Offenbarung der Erfindung

[0017] Die Erfindung wurde zum Lösen der Probleme ausgeführt. Ein technisches Problem der Erfindung besteht in der Schaffung eines Laserbearbeitungsgeräts, bei dem Differenzen der Energie und der Qualität aufgeteilter Laserstrahlen minimiert sind, die Strahlbildpunktdurchmesser gleich zueinander ausgebildet werden, durch Ausgleichen der optischen Pfadlängen der Strahlen, und die Produktivität wirtschaftlich verbessert ist, indem bewirkt wird, dass die aufgeteilten Laserstrahlen auf demselben Gebiet auftreten.

[0018] Ein technisches Problem der Erfindung besteht in der Schaffung eines Laserbearbeitungsgeräts, bei dem die Energien geteilter Laserstrahlen durch einen einfachen Angleichvorgang vereinheitlicht werden können, und indem der Prozessleistungsumfang ferner stabilisiert ist.

[0019] Zum Erzielen der technischen Probleme wird in einem Laserbearbeitungsgerät, bei dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch eine erste Polarisierungsvorrichtung geteilt wird, sich einer der Laserstrahlen mittels einem Spiegel ausbreitet, ein anderer Laserstrahl entlang zweier Achsenrichtungen durch einen ersten Galvanoscanner abgetastet wird, und die zwei Laserstrahlen zu der zweiten Polarisierungsvorrichtung geführt und dann durch einen zweiten Galvanoscanner abgetastet wird, zum Bearbeiten eines Werkstücks, ein optischer Pfad so konfiguriert, dass der Laserstrahl, der durch die erste Polarisierungsvorrichtung übertragen wird, durch die zweite

Polarisierungsvorrichtung reflektiert ist, und dass der Laserstrahl, der durch die erste Polarisierungsvorrichtung reflektiert ist, über die zweite Polarisierungsvorrichtung übertragen ist.

[0020] Reflektive Oberflächen der zwei Polarisierungsvorrichtungen sind einander gegenüberliegend platziert, und es werden optische Pfade gebildet, bei denen optische Pfadlängen der geteilten Laserstrahlen gleich zueinander sind.

[0021] Es wird eine dritte Polarisierungswinkelangleich-Polarisierungsvorrichtung mit angleichbarem Winkel vor der ersten Polarisierungsvorrichtung platziert.

[0022] Es wird ein Sensor zum Messen einer Energie eines Laserstrahls angeordnet, und Energien der zwei Laserstrahlen werden gemessen, und der Winkel der dritten Ablenkswinkelangleich-Änderungsvorrichtung wird so angeglichen, dass die Ausgabe der zwei Laserstrahlen mit Energien bei einem vorgegebenen Verhältnis zugelassen wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0023] **Fig. 1** zeigt eine Ansicht zum Darstellen einer schematischen Konfiguration eines Laserbearbeitungsgeräts der Ausführungsform.

[0024] **Fig. 2** zeigt ein Strahlaufteilungsdiagramm eines Polarisierungsstrahlsplitters.

[0025] **Fig. 3** zeigt eine Ansicht zum schematischen Darstellen einer optischen Pfadkonfiguration eines Laserbearbeitungsgeräts einer anderen Ausführungsform.

[0026] **Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts eines Polarisierungsstrahlsplitters zum Angleichen eines Polarisierungswinkels.

[0027] **Fig. 5** zeigt ein Flussdiagramm eines automatischen Angleichprogramms für den Polarisierungsstrahlsplitter zum Angleichen eines Polarisierungswinkels.

[0028] **Fig. 6** zeigt eine Ansicht zum Darstellen einer schematischen Konfiguration des üblichen Laserbearbeitungsgeräts für einen Bohrprozess in einem üblichen Stand der Technik.

[0029] **Fig. 7** zeigt eine Ansicht zum Darstellen einer schematischen Konfiguration eines Laserbearbeitungsgeräts für einen Bohrprozess in einem üblichen Stand der Technik mit der Absicht zum Verbessern der Produktivität.

Bester Ausführungsmodus der Erfindung

Ausführungsform 1

[0030] Die **Fig. 1** zeigt ein schematisches Diagramm zum Darstellen eines Laserbearbeitungsgeräts für einen Bohrprozess, bei dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch einen Aufteilm-polarisierungsstrahlsplitter aufgeteilt wird, und die zwei Laserstrahlen werden unabhängig gescannt, wodurch zwei Stellen gleichzeitig verarbeitet werden können.

[0031] In der Figur bezeichnet **1** einen Laseroszillator, **2** bezeichnet einen Laserstrahl, **2a** bezeichnet die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls, der noch nicht bei einem Verzögerer bzw. Retarder **3** eingefallen ist, **2b** bezeichnet die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **2**, der durch den Retarder **3** reflektiert wurde, **3** bezeichnet den Retarder zum Umsetzen eines linear polarisierten Laserstrahls in einen zirkular polarisierten Laserstrahl, **4** bezeichnet eine Maske zum Wegschneiden eines erforderlichen Abschnitts des einfallenden Laserstrahls zum Erhalten eines verarbeiteten Lochs einer gewünschten Größe und einer gewünschten Form, **5** bezeichnet eine Vielzahl von Spiegel zum Reflektieren des Laserstrahls **2** zum Führen des Strahls entlang einem optischen Pfad, **6** bezeichnet einen ersten Polarisierungsstrahlsplitter zum Splitten des Laserstrahls **2** in zwei Laserstrahlen, **7** bezeichnet einen der Laserstrahlen, die in dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** aufgeteilt werden, **7a** bezeichnet die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **7**, **8** bezeichnet den anderen der Laserstrahlen, die in dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter aufgeteilt werden, **8a** bezeichnet die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **8**, **9** bezeichnet einen zweiten Polarisierungsstrahlsplitter zum Führen des Laserstrahls **7** und des Laserstrahls **8** zu einem Galvanoscanner **12**, **10** bezeichnet eine f θ Linse zum Konvergieren der Laserstrahlen **7**, **8** auf einem Werkstück **13**, **11** bezeichnet einen ersten Galvanoscanner zum Scannen des Laserstrahls **8** in zwei Axialrichtungen zum Führen des Strahls zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter, **12** bezeichnet den zweiten Galvanoscanner zum Scannen des Laserstrahls **7** und des Laserstrahls **8** in zwei Axialrichtungen zum Führen des Strahls zu dem Werkstück **13**, **13** bezeichnet das Werkstück, und **14** bezeichnet eine XY Stufe zum Bewegen des Werkstücks **13**.

[0032] Als nächstes wird der detaillierte Betrieb der Ausführungsform beschrieben.

[0033] Wie in der Ausführungsform gezeigt, wird in dem Laserbearbeitungsgerät für einen Bohrprozess, in dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch den aufteilenden Polarisierungsstrahlsplitter aufgeteilt wird und die zwei Laserstrahlen unabhängig gescannt werden, zum Ermöglichen des gleichzeitigen Verarbeitens zweier Stellen, der durch den Laseroszillator **1** in Form eines linear polarisierten Lichts oszillierte Laserstrahl **2** durch den Retarder **3**, der in der Mitte des optischen Pfads platziert ist, in einen zirkular polarisierten Laserstrahl umgesetzt. Der Laserstrahl wird dann zu dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** über die Maske **4** und die Spiegel **5** geführt. Von dem Laserstrahl **2**, der an den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** in der Form eines zirkular polarisierten Lichts einfällt, wird die P-Wellenkomponente über den Polarisierungsstrahlsplitter **6**, auszubilden als der Laserstrahl **7**, übertragen, und die S-Wellenkomponente wird durch den Polarisierungsstrahlsplitter **6** reflektiert, für ein Abtrennen in den Laserstrahl **8**.

[0034] Da zirkular polarisiertes Licht einheitlich polarisierte Komponenten entlang aller Richtungen aufweist, werden der Laserstrahl **7** und der Laserstrahl **8** so aufgeteilt, dass sie dieselbe Energie haben.

[0035] Der durch den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** übertragene Laserstrahl **7** wird zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** über die Biegespiegel **5** geführt.

[0036] Andererseits wird der durch den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** reflektierte Laserstrahl **8** entlang zweier Axialrichtungen durch den ersten Galvanoscanner **11** gescannt, und dann zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** geführt.

[0037] Obgleich der Laserstrahl **7** immer bei derselben Position zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** geführt wird, lässt sich die Position und der Winkel, gemäß der der Laserstrahl **8** an dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** einfällt, durch Steuern des Schwenkwinkels des ersten Galvanoscanners **11** steuern.

[0038] Hiernach werden die Laserstrahlen **7**, **8** in zwei Axialrichtungen durch den zweiten Galvanoscanner **12** gescannt, und dann zu der f θ Linse **10** geführt, um jeweils bei vorgegebenen Positionen auf dem Werkstück **9** konvergiert zu werden.

[0039] Zu diesem Zeitpunkt kann dann, wenn der erste Galvanoscanner **11** gescannt ist, der Laserstrahl **8** an derselben Position auf dem Werkstück **13** wie der Laserstrahl **7** einfallen.

[0040] Wird beispielsweise der Galvanoscanner **11** zu einer beliebigen Position im Hinblick auf den Laserstrahl **7** in einem vorgegebenen Bereich gescannt, so lässt sich der Laserstrahl **8** in einem 4 mm Quadratbereich um den Laserstrahl **7** scannen, unter Berücksichtigung der Charakteristiken des Fensters des Strahlsplitters, und die Laserstrahlen können an unterschiedlichen beliebigen zwei Punkten auf dem Werkstück **13** über den zweiten Galvanoscanner **12** einfallen, der in einem verarbeitbaren Bereich wie beispielsweise einem 40 mm Quadrat schwingt.

[0041] Die Ausführungsform ist so konfiguriert, dass der durch den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** reflektierte Laserstrahl **8** über den zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** übertragen wird, und der über den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** übertragene Laserstrahl **7** durch den zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** reflektiert wird.

[0042] Demnach durchläuft jeder der aufgeteilten zwei Laserstrahlen sowohl die Prozesse der Reflexion als auch der Übertragung, und somit lassen sich die Dispersionen bzw. Streuungen der Qualität der Laserstrahlen und nicht ausgeglichene Energien aufgrund der Differenz zwischen der Reflexion und der Übertragung miteinander versetzen.

[0043] Die Qualität jedes der verarbeiteten Löcher, die in dem Werkstück **13** durch den Laserstrahl **7** und den Laserstrahl **8** bearbeitet werden, hängen im großen Umfang von den Energien der Laserstrahlen ab.

[0044] Sind Löcher derselben Qualität in dem Werkstück **13** durch den Laserstrahl **7** und den Laserstrahl

8 zu bearbeiten, so müssen der Laserstrahl **7** und der Laserstrahl **8** dieselben Energien haben.

[0045] Bei der Ausführungsform wird unter Verwendung des ersten Polarisierungsstrahlsplitters **6** zum Aufteilen des Laserstrahls **2** in den Laserstrahl **7** und den Laserstrahl **8** demnach die P-Welle übertragen, und die S-Welle wird reflektiert, wodurch der Laserstrahl in zwei Laserstrahlen aufgeteilt wird.

[0046] Ein Laserstrahl mit einheitlichen P-Wellen- und S-Wellen-Komponenten muss an dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** einfallen.

[0047] In der **Fig. 2** liegt eine Vorderansicht des ersten Polarisierungsstrahlsplitters **6** in der Mitte, Seitenansichten liegen bei der rechten und linken Seite der Vorderansicht, und eine Draufsicht liegt bei der oberen Seite.

[0048] In der Figur bezeichnet **61** einen Fensterabschnitt des Polarisierungsstrahlsplitters. In dem Fall eines Kohlendioxidlasers wird Zn, Se oder Ge in dem Abschnitt verwendet. Das Bezugszeichen **62** bezeichnet einen Spiegel für ein Drehen um 90° des Laserstrahls, reflektiert durch den Fensterabschnitt **61**.

[0049] Ein an dem Laserstrahlsplitter **6** einfallender Laserstrahl hat Charakteristiken dahingehend, dass die Komponente (die P-Wellenkomponente) entlang der Polarisierungsrichtung **7a** übertragen wird, und dass (die S-Wellenkomponente) in der Polarisierungsrichtung **8a** reflektiert wird.

[0050] Die Polarisierungsrichtungen der P-Wellen und der S-Welle sind rechtwinklig zueinander.

[0051] Ist die Polarisierungsrichtung des einfallenden Laserstrahls identisch mit der Polarisierungsrichtung **7a** (der P-Wellenkomponente), so wird demnach der gesamte Laserstrahl übertragen, und ist die Polarisierungsrichtung identisch zu der Polarisierungsrichtung **8a** (der S-Wellenkomponente), so wird der gesamte Laserstrahl reflektiert.

[0052] In dem Fall eines zirkular polarisierten Lichts, bei dem alle Polarisierungsrichtungen einheitlich existieren, oder eine Polarisierungsrichtung, die 45° im Hinblick auf die P-Welle und die S-Welle bildet, wird der Laserstrahl gleich aufgeteilt, und der Laserstrahl **7** und der Laserstrahl **8** haben dieselbe Energie.

[0053] Gemäß der Ausführungsform sind die zwei Polarisierungsstrahlsplitter so, wie in **Fig. 1** gezeigt, platziert, wodurch die optischen Pfadlängen für die Laserstrahlen **8** und **7** zwischen dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** und dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** identisch zueinander ausgebildet sind. Demnach lassen sich die Strahlbildpunktdurchmesser der zwei geteilten Laserstrahlen identisch zueinander ausbilden.

[0054] Bei der Ausführungsform werden beispielsweise selbst dann, wenn der optische Pfad entlang der X-, Y- und Z-Richtungen aufgelöst wird, beispielsweise dieselben optischen Pfadlängen entlang sämtlicher Richtungen enthalten. Selbst wenn der Größenentwurf der Komponenten zum Bilden des optischen Pfads geändert wird, lässt sich demnach der

optische Pfad entlang der X-, Y- und Z-Richtungen erweitern bzw. kontrahieren, und demnach können die optischen Pfadlängen der Laserstrahlen **8** und **7** identisch zueinander beibehalten werden.

Ausführungsform 2

[0055] Bei der oben beschriebenen Ausführungsform **1** muss der von dem Laseroszillator **1** oszillierte Laserstrahl **2** bei einem Winkel einfallen, bei dem das einfallende Licht und das reflektierte Licht 90° in dem Retarder **3** bilden, und die Polarisierungsrichtung **2a** des Laserstrahls **2** muss in dem Retarder **3** bei einem Winkel von 45° einfallen, im Hinblick auf die Linie des Schnitts einer Ebene, bei der die optische Einfallsachse und die optische Reflexionsachse zwei Ränder bilden, und der reflektierenden Oberfläche des Retarders **2**.

[0056] Wird angenommen, dass die Einfalls-Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **2** im Hinblick auf den Retarder **3** und der optische Achsenwinkel unzureichend angeglichen sind, so wird der zirkulare Polarisierungsumfang abgesenkt, und die Balance zwischen der P-Wellenkomponente und der S-Wellenkomponente des bei dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter einfallenden Laserstrahl **2** geht verloren, so dass die Energien des Laserstrahls **7** und des Laserstrahls **8** nicht einheitlich sind. Die Polarisierungsrichtung lässt sich nicht visuell erkennen, und in dem Fall eines unsichtbaren Lichts wie bei einem Kohlendioxidlaser lässt sich ebenso der optische Achsenwinkel nicht visuell erkennen. Bei dem Angleichen der Polarisierungsrichtung und des optischen Achsenwinkels bei Einfallen des Laserstrahls **2** an dem Retarder **3** muss demnach ein Schritt zum Messen des zirkularen Polarisierungsumfangs und derjenige, wenn dieser unzureichend ist, zum Angleichen des Winkels wiederholt ausgeführt werden. Demnach erfordert das Angleichen manchmal sehr mühsame Arbeitsschritte.

[0057] Zwischen dem Prozess, bei dem der Laserstrahl **2** in zirkular polarisiertes Licht **2b** umgesetzt wird, und demjenigen, bei dem der zirkular polarisierte Laserstrahl dann an dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** einfällt, wird der Laserstrahl durch eine Vielzahl von Spiegeln reflektiert. Wird der Laserstrahl durch die Spiegel **5** reflektiert, so wird der zirkulare Polarisierungsumfang manchmal abgesenkt.

[0058] Für die Ausführungsform wird demnach der Fall beschrieben, wo zirkular polarisiertes Licht verwendet wird und in Form eines linear polarisierten Lichts oszillierter Laserstrahl verwendet wird.

[0059] Die **Fig. 3** zeigt ein schematisches Diagramm zum Darstellen eines Laserbearbeitungsgeräts einer Ausführungsform der Erfindung.

[0060] In der Figur bezeichnet **2c** die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **2**, der noch nicht bei dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** eingefallen ist, **2d** bezeichnet die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **2** der über den dritten Polarisierungsstrahl-

splitter **15** übertragen wurde, **15** bezeichnet einen dritten Polarisierungsstrahlsplitter, der die Polarisierungsrichtung des Laserstrahls **2** angleicht, und **16** bezeichnet einen Energiesensor zum Messen der Energie des von der fθ Linse **10** emittierten Laserstrahls, **17** bezeichnet einen ersten Verschluss zum Abfangen des Laserstrahls **7**, und **18** bezeichnet einen zweiten Verschluss zum Abfangen des Laserstrahls **8**.

[0061] Der Energiesensor **16** ist an dem XY Tisch **14** fixiert. Ist die Energie eines Laserstrahls zu messen, so lässt sich der Energieθdsensor **16** zu einer Position bewegen, wo der Laserstrahl auf einem Nichtempfangsabschnitt des Energiesensors **16** trifft.

[0062] Die anderen Bezugszeichen sind identisch zu denjenigen nach Fig. 1, die im Zusammenhang mit der Ausführungsform 1 beschrieben wurden, und demnach wird die Beschreibung hier weggelassen.

[0063] Die Fig. 4 zeigt eine detaillierte Ansicht des in Fig. 3 gezeigten dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15**.

[0064] In der Figur bezeichnet **20** einen Servomotor, **21** bezeichnet eine Träger zum Fixieren des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** und des Servomotors **20**, **22** bezeichnet einen Synchronisierriemen zum Übertragen der Energie des Servomotors **20**, **23** bezeichnet eine erste Riemenscheibe, die an dem Servomotor **20** angebracht ist, zum Übertragen der Energie des Servomotors **20** zu dem Synchronisierriemen **22**, **24** bezeichnet eine zweite Riemenscheibe, die an dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** angebracht ist, und die durch den Synchronisierriemen **22** gedreht wird, und **25** bezeichnet eine Dämpfer zum Empfangen der S-Wellenkomponente des Laserstrahls **2**, der durch den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** reflektiert wird.

[0065] Der Laserstrahl **2** wird durch den Laseroszillator **1** in der Form linear polarisierten Lichts **2c** oszilliert, durch die Spiegel **5** reflektiert, und dann zu dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** geführt.

[0066] Die P-Wellenkomponente des Laserstrahls **2** wird über den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** übertragen, zum Ändern der Polarisierungsrichtung zu dem linear polarisierten Licht **2d**, das sich im Hinblick auf einen Winkel gegenüber dem linear polarisierten Licht **2c** unterscheidet, und dann zu der Maske **4** geführt.

[0067] Die S-Wellenkomponente des Laserstrahls **2** wird durch den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** reflektiert, und dann durch den Dämpfer **25** absorbiert.

[0068] Der Laserstrahl **2**, in dem lediglich ein gewünschter Abschnitt durch die Maske **4** übertragen wird, wird durch die Spiegel **5** reflektiert, und dann zu dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** geführt.

[0069] In dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** wird die P-Wellenkomponente des Laserstrahls über den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** übertragen (der Laserstrahl **7**), und die S-Wellenkomponente wird durch den ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6**

reflektiert (der Laserstrahl **8**).

[0070] Der Laserstrahl **7** wird durch die Spiegel **5** reflektiert, zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** geführt, zu dem zweiten Galvanoscanner **12** für ein Abtasten bzw. Scannen in der X-Richtung und der Y-Richtung geführt, und durch die fθ Linse **10** zum Verarbeiten des Werkstück **13**, montiert an dem XY Tisch **14**, konvergiert.

[0071] Andererseits wird der Laserstrahl **8** entlang der X-Richtung und der Y-Richtung durch den ersten Galvanoscanner **11** gescannt, und dann zu dem zweiten Polarisierungsstrahlsplitter **9** geführt.

[0072] Hiernach wird der Laserstrahl erneut entlang der X-Richtung und der Y-Richtung durch den zweiten Galvanoscanner **12** gescannt, und durch die fθ Linse **10** zum Verarbeiten des an dem XY Tisch **14** montierten Werkstücks **13** konvergiert.

[0073] Die Balance der Energien des Laserstrahls **7** und des Laserstrahls **8** lässt sich durch Verändern des Verhältnis der P-Wellenkomponente und der S-Wellenkomponente, die an dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** einfallen, ändern. Ein linear polarisierter Laserstrahl kann einfallend an dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** ausgebildet werden, durch Ändern des Polarisierungswinkels **2d** des einfallenden Laserstrahls. Unter Nichtberücksichtigung des Verlustes, des Produktionsfehlers und dergleichen in dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** wird dann, wenn der Laserstrahl **2** derselben Polarisierungsrichtung wie der P-Welle einfällt, der gesamte Laserstrahl als der Laserstrahl **7** übertragen, und wenn der Laserstrahl **2** mit derselben Polarisierungsrichtung wie die S-Welle einfällt, der gesamte Laserstrahl als der Laserstrahl **8** reflektiert.

[0074] Zum Ausführen des Aufteilmetrie unter Festlegung des Laserstrahls **7** und des Laserstrahls **8** mit derselben Energie, fällt der Laserstrahl **2** bei einem Polarisierungswinkel von 45° im Hinblick auf die P-Welle und die S-Welle ein.

[0075] Der Polarisierungswinkel **2c** des Laserstrahls **2** bei der Oszillation von dem Laseroszillator **1** wird durch die optische Struktur der Laseroszillators **1** bestimmt. Demnach lässt sich der Polarisierungswinkel nicht einfach ändern.

[0076] Wird der Laserstrahl **2** durch den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** geführt, so wird jedoch lediglich die P-Wellenkomponente übertragen, und die S-Wellenkomponente wird reflektiert. Demnach lässt sich der Polarisierungswinkel **2c** des Laserstrahls **2** einfach durch Ändern des Winkels des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** ändern.

[0077] Insbesondere dann, wenn der Aufteilmetrieb unter Festlegung des Laserstrahls **7** des Laserstrahls **8** unter Ausbildung mit derselben Energie auszuführen ist, wird der Winkel des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** so angeglichen, dass der Laserstrahl **2** mit dem Polarisierungswinkel **2d** von 45° im Hinblick auf die P-Welle und die S-Welle von dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** einfällt.

[0078] Ein Winkelangleichmechanismus des dritten

Polarisierungsstrahlsplitters **15** ist in **Fig. 4** gezeigt.

[0079] Der dritte Polarisierungsstrahlsplitter **15** ist an dem Träger **21** so fixiert, dass er um die optische Achse des Laserstrahls **2** rotierbar ist. Die zweite Riemenscheibe **24** ist so fixiert, dass sie sich zusammen mit dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** dreht.

[0080] Ebenso ist der Servomotor **20**, an dem die erste Riemenscheibe angebracht ist, an dem Träger **21** fixiert. Die an dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** fixierte zweite Riemenscheibe **24** und die an dem Servomotor **20** fixierte erste Riemenscheibe **23** sind miteinander durch den Synchronisierriemen **22** gekoppelt.

[0081] Dreht sich der Servomotor **20** in Ansprechen auf ein Signal von einem Steuergerät, das in den Figuren nicht gezeigt ist, so wird Energie zu dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** über den Synchronisierriemen **22** übertragen, und der Winkel des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** wird geändert. Die S-Wellenkomponente des Laserstrahls **2**, die durch den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** reflektiert wird, wird durch den Dämpfer **25** empfangen.

[0082] Wird der Winkel der Peripherieschaltung in dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** angeglichen, so wird die S-Wellenkomponente nicht übertragen, sondern sie geht verloren. Zum wirksamen Verwenden eines Laserstrahls wird demnach das Einfallen so ausgeführt, dass der Polarisierungswinkel **2a** des Laserstrahls **1** vor dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** soweit wie möglich mit dem Polarisierungswinkel **2d** des Laserstrahls **2** an der Rückseite des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** identisch ist.

[0083] Das Winkelangleichen in dem dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** spielt eine Rolle für das Feinangleichen des Polarisierungswinkels **2d** zum Ermöglichen, dass der Laserstrahl **2** an dem ersten Polarisierungsstrahlsplitter **6** mit einem korrekten Polarisierungswinkel einfällt.

[0084] Die **Fig. 5** zeigt den Ablauf eines automatischen Angleichens des Winkels eines Polarisierungsstrahlsplitters zum Angleichen eines Polarisierungswinkels zum Ermöglichen, dass zwei Laserstrahlen mit Energien eines gewünschten Verhältnis gemäß der Ausführungsform der Erfindung ausgegeben werden.

[0085] Nun erfolgt eine Beschreibung unter Bezug auf die **Fig. 3** und **5**. Aus Gründen der Einfachheit der Beschreibung, wird der Fall beschrieben, wo zwei Energien miteinander auszugleichen sind.

[0086] Ebenso wie in dem Fall, in dem Energien zweier Laserstrahlen bei unterschiedlichen Verhältnissen vorliegen, kann dann, wenn die anfängliche Einstellung modifiziert ist, das automatische Angleichen in derselben Weise ausgeführt werden.

[0087] Eine zulässige Energiedifferenz zwischen dem Laserstrahl **7** und dem Laserstrahl **8** wird bestimmt, und bei dem Steuergerät eingegeben, das in den Figuren nicht gezeigt ist, und es wird ein automatisches Winkelangleichprogramm für den dritten Po-

larisierungsstrahlsplitter **15** implementiert.

[0088] Zunächst wird der Energiesensor **16**, fixiert an dem XY Tisch **14**, zu einer Position bewegt, wo der Lichtempfangsabschnitt des Energiesensors **16** den von der fθ Linse **10** emittierten Laserstrahl empfangen kann.

[0089] Hiernach wird der zweite Verschluss **18** geschlossen, und der Laseroszillator **1** oszilliert einen Laserstrahl.

[0090] Da der zweite Verschluss **18** geschlossen ist, wird der zweite Laserstrahl **8** durch den Abschnitt blockiert, und lediglich der Laserstrahl **7** wird von der fθ Linse **10** emittiert, und der Energiesensor **16** misst die Energie des Laserstrahls **7**.

[0091] Nach der Energiemessung wird die Laserstrahloszillation einmal gestoppt, der erste Verschluss **17** wird geschlossen, und der zweite Verschluss **18** wird geöffnet, und der Laserstrahl wird erneut oszilliert. Zu diesem Zeitpunkt wird aufgrund der Tatsache, dass der erste Verschluss **17** geschlossen ist, der Laserstrahl **7** durch den Abschnitt blockiert, und lediglich der Laserstrahl **8** wird von der fθ Linse **10** emittiert, und der Energiesensor **16** misst die Energie des Laserstrahls **8**. Nach der Energiemessung wird die Laserstrahloszillation gestoppt, und der zweite Verschluss wird geöffnet.

[0092] In dem Steuergerät wird die Energiedifferenz zwischen den zwei gemessenen Laserstrahlen berechnet, und dann mit dem zulässigen Wert verglichen, der anfänglich eingegeben wird.

[0093] Liegt die Differenz in dem zulässigen Wertebereich, so ändert das Programm. Liegt die Differenz nicht bei dem zulässigen Wert, so wird der Winkel des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** angeglichen, die Energiemessung der zwei Laserstrahlen wird erneut ausgeführt, und die oben erwähnten Betriebsschritte werden solange wiederholt, bis die Grenze innerhalb des zulässigen Werts liegt. Der Angleichumfang des Winkels des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** hängt von der Polarisierungsrichtung **2d** des einfallenden Laserstrahls **2** und dem Befestigungswinkel des ersten Polarisierungsstrahlsplitters **6** ab. In dem Fall, wo der Polarisierungswinkel **2d** des einfallenden Laserstrahls **2**, der über den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** übertragen wurde, um mehrere Grad ausgehend von dem Polarisierungswinkel **2c** des Laserstrahls **2** geändert wird, der noch nicht über den dritten Polarisierungsstrahlsplitter **15** übertragen wurde, wird theoretisch abgeleitet, dass die Energiedifferenz um ungefähr 7% pro 1° des Winkels des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** angeglichen werden kann.

[0094] Auf diese Weise lässt sich die Beziehung zwischen dem Angleichwinkel des dritten Polarisierungsstrahlsplitters **15** und der Energiedifferenz der zwei Laserstrahlen theoretisch anhand des Polarisierungswinkels **2d** des einfallenden Laserstrahls **2** und dem Befestigungswinkel des ersten Polarisierungsstrahlsplitters **6** ableiten. Obgleich abhängig von dem zulässigen Wert der Energiedifferenz, wird dann,

wenn der zulässige Wert ungefähr 5% beträgt, das Angleich(programm) durch zweimaliges Ausführen der oben erwähnten Angleichschleife abgeschlossen. demnach lässt sich das Angleichen einfach während einer kurze Zeitperiode ausführen.

[0095] Gemäß der Ausführungsform wird in einem Laserbearbeitungsgerät, bei dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch einen aufteilenden Polarisierungsstrahlsplitter aufgeteilt wird und die zwei Laserstrahlen unabhängig zum Ermöglichen des gleichzeitigen Verarbeitens von zwei Stellen gescannt werden, ein Polarisierungsstrahlsplitter zum Angleichen eines Polarisierungswinkels vor dem Aufteilen des Polarisierungsstrahlsplitters so festgelegt, dass eine Änderung des Polarisierungswinkels eines Laserstrahls an der P-Welle (übertragene Welle) und der S-Welle (reflektierte Welle) des aufteilenden Polarisierungsstrahlsplitters ausgeführt werden kann, und es ist der Mechanismus zum Angleichen eines Winkels in dem Polarisierungsstrahlsplitter zum Angleichen eines Polarisierungswinkels angeglichen, und die Winkelangleichung wird in Ansprechen auf einen Befehl von einem Steuergerät ermöglicht. Demnach lässt sich die Energiebalance zwischen den aufgeteilten Laserstrahlen einfach angleichen, und der Prozessleistungsumfang lässt sich durch Vereinheitlichen der Energien stabilisieren, es lässt sich ein Verkürzen der Einstellzeit realisieren, und es lässt sich eine stabilisierte Produktion realisieren.

[0096] Ferner ist ein Sensor zum Messen der Energie eines Laserstrahls angeordnet, und die Energien zweier Laserstrahlen werden gemessen, und der Winkel des Polarisierungsstrahlsplitters zum Angleichen eines Polarisierungswinkels lässt sich automatisch so angleichen, dass die zwei Laserstrahlen bei Energien eines gewünschten Verhältnis ausgegeben werden können, wodurch die Einstellzeit weiter verkürzt werden kann. Weiterhin eliminiert das einfache Angleichen die Anforderung an die Fähigkeiten eines Arbeiters, und es lässt sich ein stabiler Prozess realisieren.

[0097] Wie oben beschrieben, lässt sich gemäß der Erfindung die Qualität und die Energiedifferenz aufgeteilter Laserstrahlen vereinheitlichen, und die Produktivität kann verbessert werden.

[0098] Die optischen Pfadlängen der zwei aufgeteilten Laserstrahlen werden identisch zueinander ausgebildet, wodurch die Strahlbildpunktdurchmesser der zwei aufgeteilten Laserstrahlen identisch zueinander ausgebildet sein können.

[0099] Die Energiebalance zwischen aufgeteilter Laserstrahlen lässt sich einfach angleichen, ein Verkürzen der Einstellzeit lässt sich realisieren, und eine stabilisierte Produktion kann realisiert werden.

[0100] Ein Sensor zum Messen der Energie eines Laserstrahls ist angeordnet, und die Energien der zwei Laserstrahlen werden gemessen, und der Winkel des Polarisierungsstrahlsplitters zum Angleichen eines Polarisierungswinkels kann automatisch so angeglichen werden, dass sich die zwei Laserstrahlen

mit Energien eines gewünschten Verhältnis ausgeben lassen, wodurch sich die Einstellzeit weiter verkürzen lässt. Weiterhin eliminiert das einfache Angleichen die Anforderung an die Fähigkeiten eines Arbeiters, und es lässt sich ein Stabilisierungsprozess realisieren.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0101] Wie oben beschrieben, eignet sich das Laserbearbeitungsgerät der Erfindung als Laserbearbeitungsgerät mit der primären Zielsetzung zum Ausführen eines Bohrprozesses an einem Werkstück, beispielsweise einer gedruckten Leiterplatte.

ZUSAMMENFASSUNG

[0102] In einem Laserbearbeitungsgerät, in dem ein Laserstrahl (2) in zwei Laserstrahlen (7, 8) durch eine erste Polarisierungsvorrichtung (6) aufgeteilt wird, sich einer der Laserstrahlen mittels einem Spiegel (5) ausbreitet, ein anderer Laserstrahl entlang zweier Axialrichtungen durch einen ersten Galvanoscanner (11) gescannt wird, und die zwei Laserstrahlen (7, 8) zu einer zweiten Polarisierungsvorrichtung (9) geführt und dann durch einen zweiten Galvanoscanner (12) zum Bearbeiten eines Werkstücks (13) gescannt werden, ist ein optischer Pfad so konfiguriert, dass der Laserstrahl, der über die erste Polarisierungsvorrichtung (6) übertragen wird, durch die zweite Polarisierungsvorrichtung (9) reflektiert wird, und der Laserstrahl, der durch die erste Polarisierungsvorrichtung (6) reflektiert wird, über die zweite Polarisierungsvorrichtung (9) übertragen wird.

(Fig. 1)

Patentansprüche

1. Laserbearbeitungsgerät, bei dem ein Laserstrahl in zwei Laserstrahlen durch eine erste Polarisierungsvorrichtung aufgeteilt wird, einer der Laserstrahlen sich mittels eines Spiegels ausbreitet, ein anderer Laserstrahl entlang zweier Axialrichtungen durch einen ersten Galvanoscanner gescannt wird, und die zwei Laserstrahlen zu einer zweiten Polarisierungsvorrichtung geführt und dann durch einen zweiten Galvanoscanner zum Bearbeiten eines Werkstücks gescannt werden, wobei ein optischer Pfad so konfiguriert ist, dass der über die erste Polarisierungsvorrichtung übertragene Laserstrahl durch die zweite Polarisierungsvorrichtung reflektiert ist, und der durch die erste Polarisierungsvorrichtung reflektierte Laserstrahl über die zweite Polarisierungsvorrichtung übertragen wird.

2. Laserbearbeitungsgerät nach Anspruch 1, wobei reflektierende Oberfläche der zwei Polarisierungsvorrichtungen einander gegenüberliegend platziert sind, und optische Pfade gebildet sind, bei denen optische Pfadlängen der aufgeteilten Laserstrahlen

len gleich zueinander sind.

3. Laserbearbeitungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine dritte Polarisierungswinkelangleich-Polarisierungsvorrichtung mit angleichbarem Winkel vor der ersten Polarisierungsvorrichtung platziert ist.

4. Laserbearbeitungsgerät nach Anspruch 3, wobei ein Sensor zum Messen einer Energie eines Laserstrahls angeordnet ist, Energien der zwei Laserstrahlen gemessen werden, und der Winkel der dritten Ablenkswinkelangleich-Änderungsvorrichtung so angeglichen ist, dass sich die zwei Laserstrahlen mit Energien eines vorgegebenen Verhältnis ausgeben lassen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

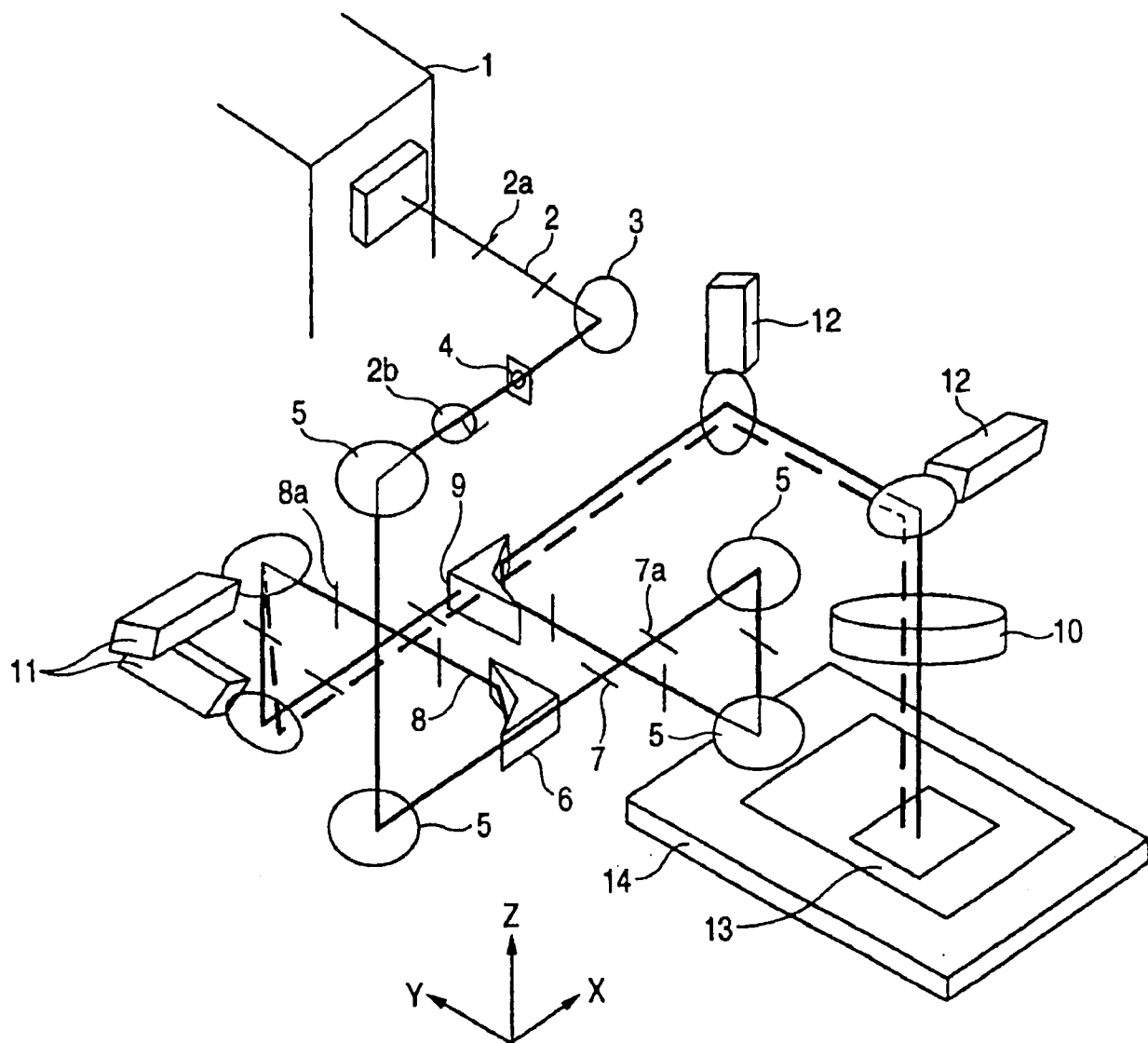


FIG. 2

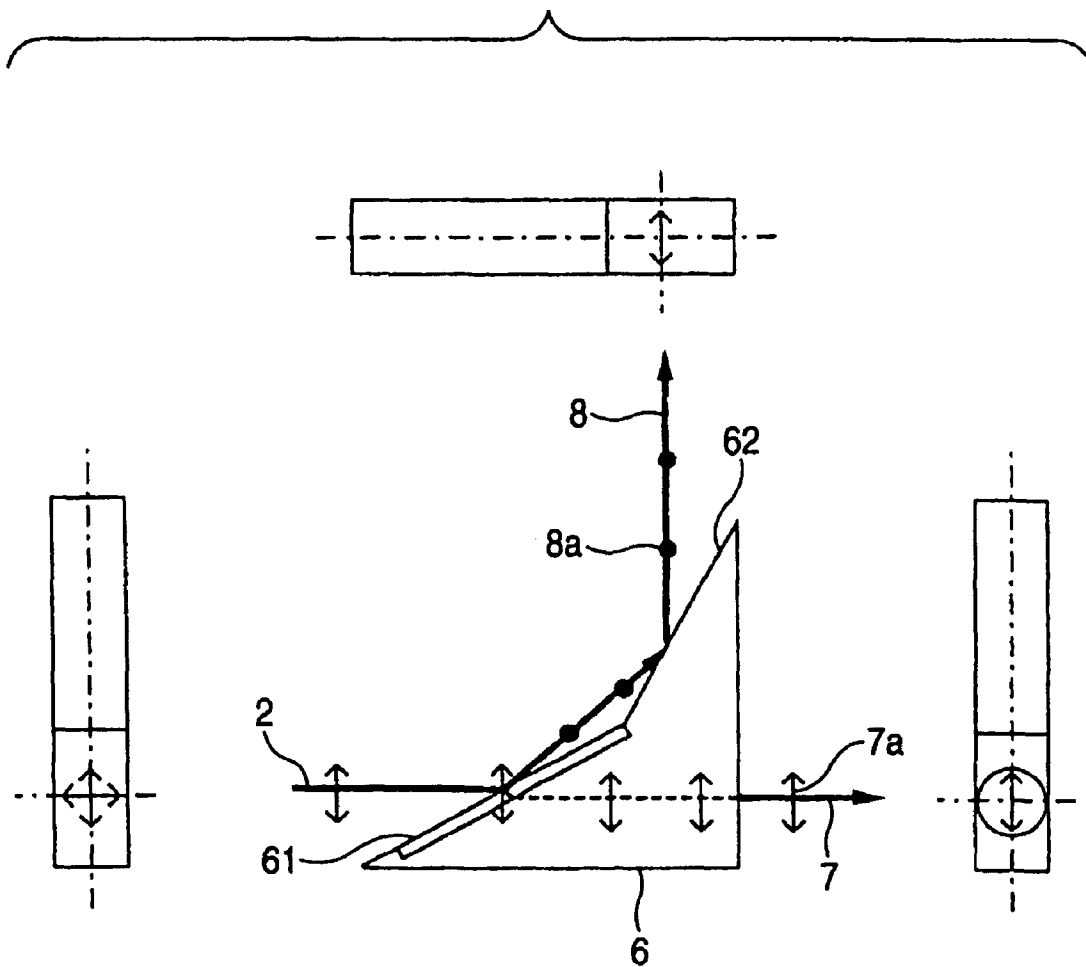


FIG. 3

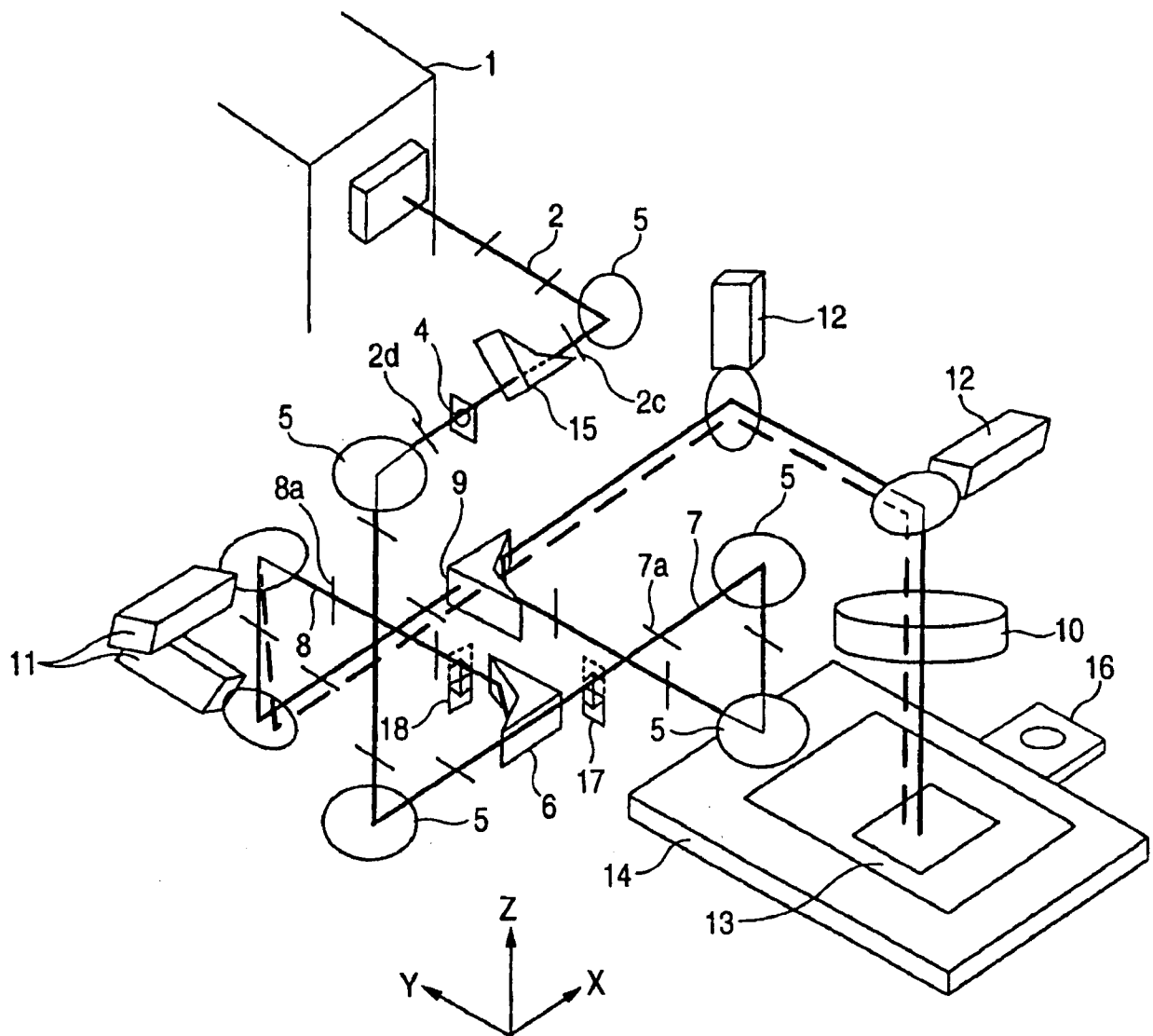


FIG. 4

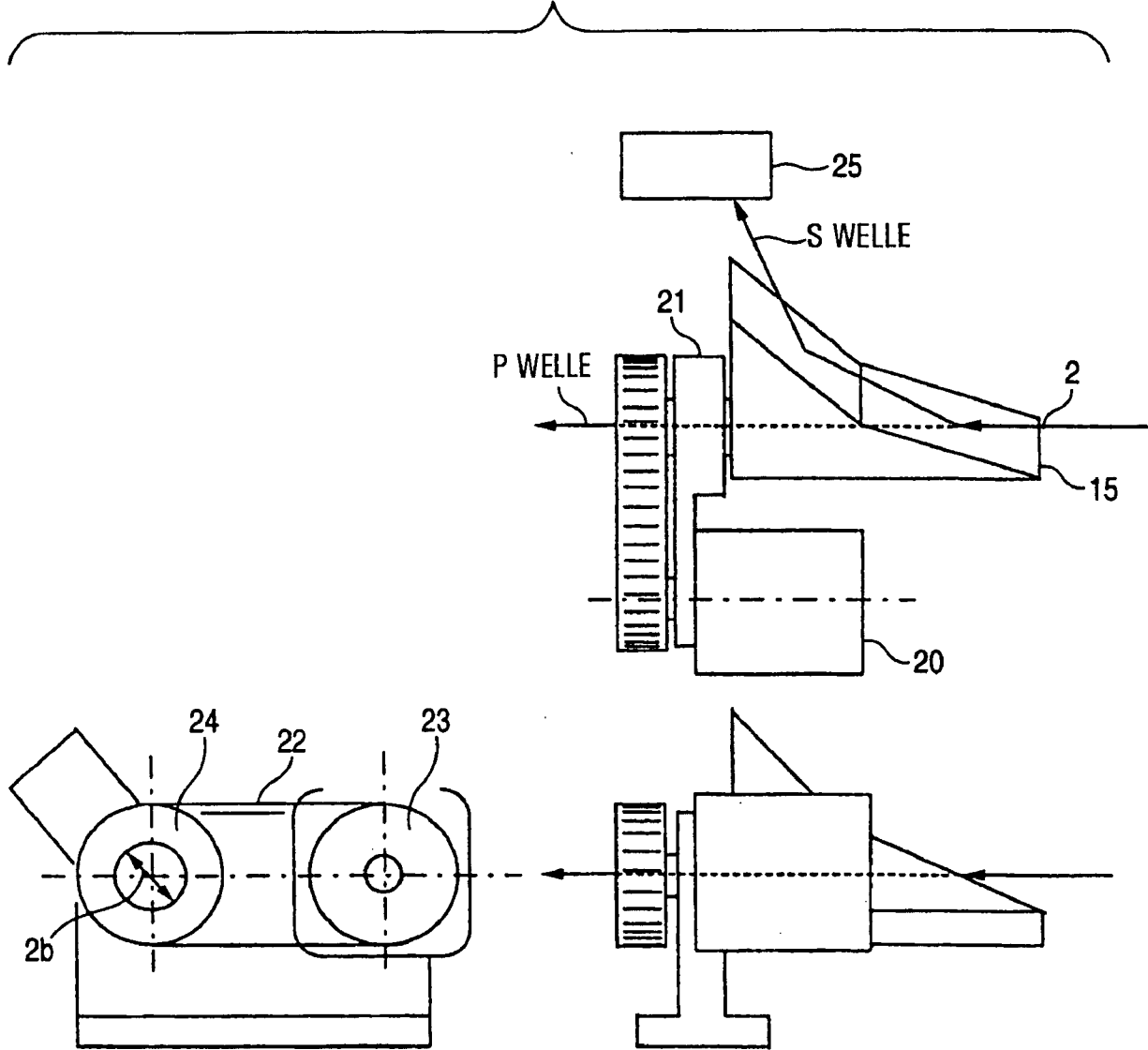


FIG. 5

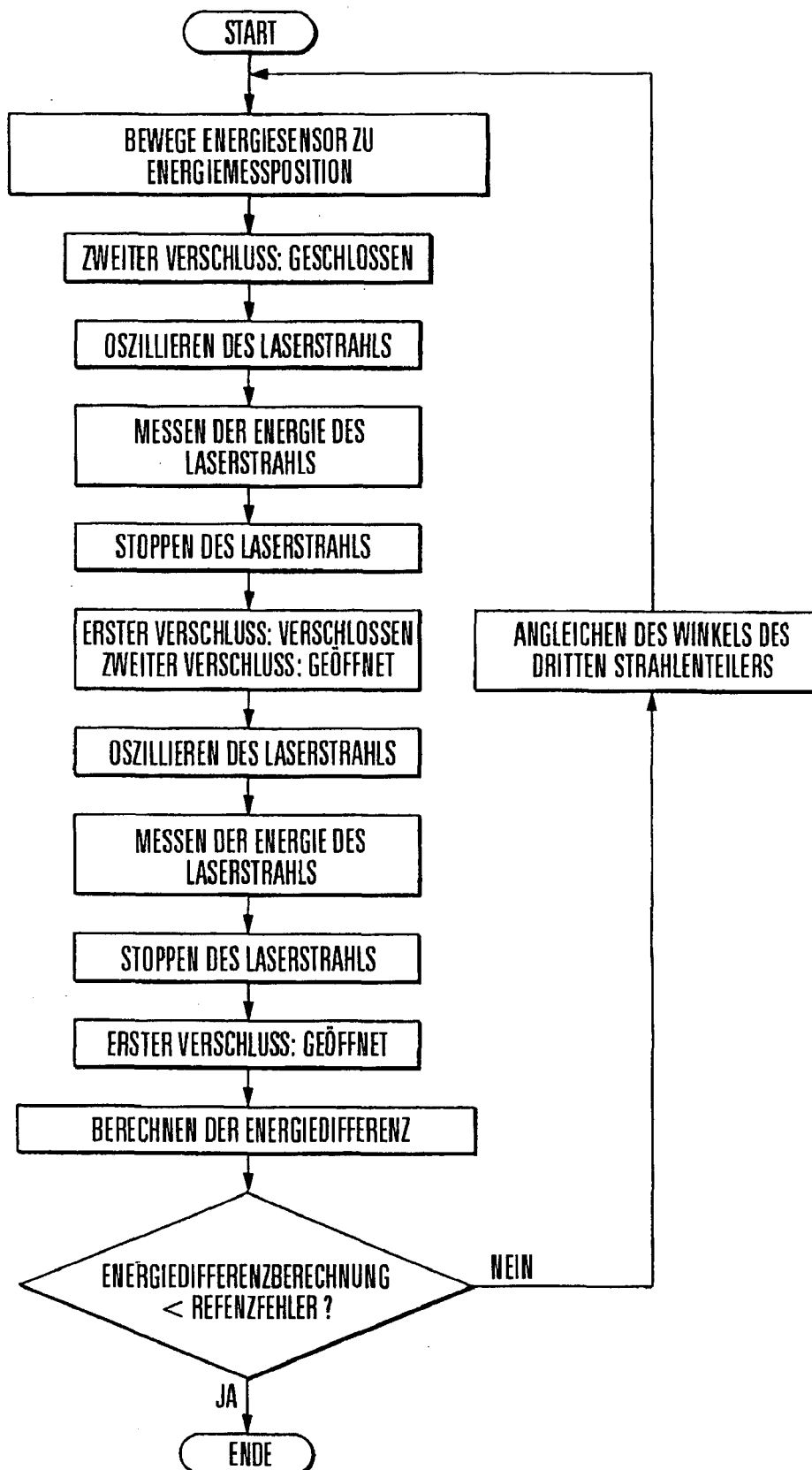


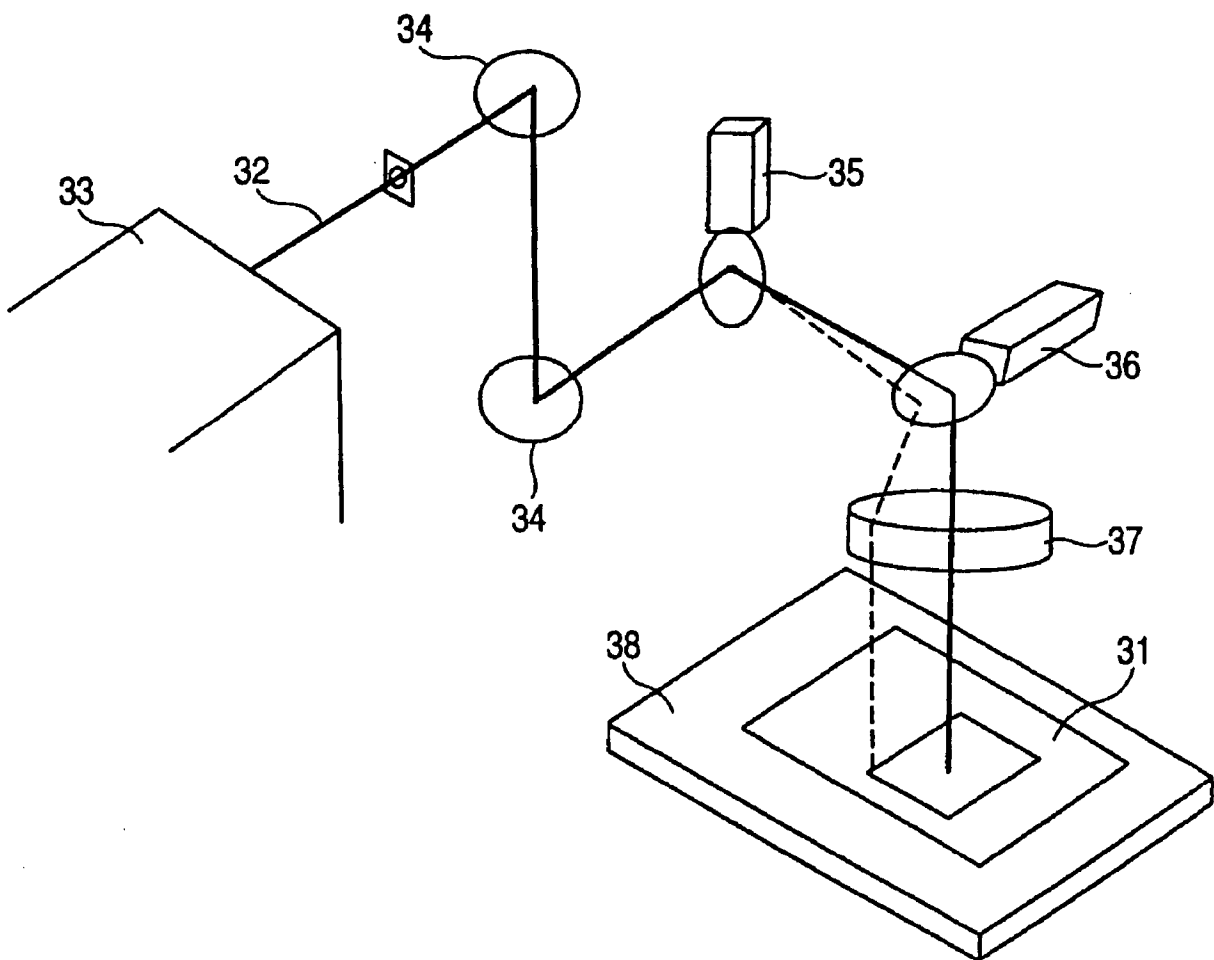
FIG. 6

FIG. 7